

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-43286
(P2002-43286A)

(43) 公開日 平成14年2月8日 (2002.2.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L 21/3065		B 0 1 J 19/08	H 4 G 0 7 5
B 0 1 J 19/08		H 0 1 L 21/205	5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/205		H 0 5 H 1/46	M 5 F 0 4 5
H 0 5 H 1/46			R
		H 0 1 L 21/302	C
		審査請求 未請求 請求項の数 4	OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-219783 (P2000-219783)

(22) 出願日 平成12年7月19日 (2000.7.19)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 廣瀬 英二

山梨県韭崎市長坂町三ツ沢650番地 東京

エレクトロン山梨株式会社内

(74) 代理人 100096910

弁理士 小原 肇

Fターム(参考) 4G075 AA24 BC02 BC06 BD14 CA47

5F004 AA16 BA04 BB13 CA03 CA06

DA00 DA23 DA26

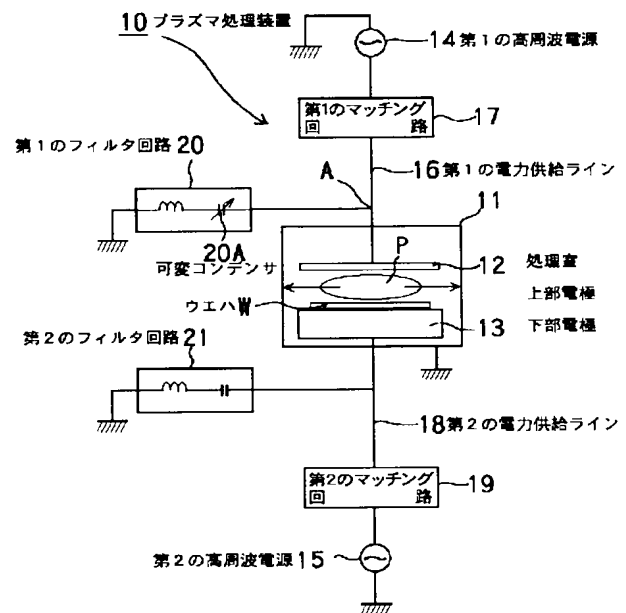
5F045 AA08 EH01 EH13 EH20

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマ電位と処理室1の壁面の接地電位間に電位差が生じ、壁面がプラズマ中のイオン成分によるスパッタにより壁面が侵食され、二種類の高周波電力を同時に印加する場合には、単周波を印加する場合と比較してスパッタレートが上昇し壁面の損傷が大きくなる。

【解決手段】 本発明のプラズマ処理装置10は、二周波で使用するプラズマ処理装置において、第1の高周波ライン16には第2の高周波電源15からの高周波電圧を減衰させる第1のフィルタ回路20を設けると共に第2の高周波ライン18には第1の高周波電源14からの高周波電圧を減衰させる第2のフィルタ回路21を設け、第1のフィルタ回路20に回路定数を変更する手段として可変コンデンサ20Aを設けものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理容器内で互いに平行に配置された第1、第2の電極と、これらの両電極に第1、第2の電力供給ラインを介して第1、第2の高周波電力を印加する第1、第2の高周波電源とを備え、第1、第2の高周波電力を第1、第2の電極に印加してプラズマを発生させていずれかの電極に配置された被処理体に所定のプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、第1の電力供給ラインには第2の高周波電圧を減衰する第1のフィルタ回路を設けると共に第2の電力供給ラインには第1の高周波電圧を減衰する第2のフィルタ回路を設け、第1、第2のフィルタ回路の少なくとも一方に回路定数を変更する手段を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 上記回路定数を変更する手段として可変コンデンサを設けたことを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 処理容器内で互いに平行に配置された第1、第2の電極と、これらの両電極に第1、第2の電力供給ラインを介して第1、第2の高周波電力を印加する第1、第2の高周波電源とを備え、第1、第2の高周波電力を第1、第2の電極に印加してプラズマを発生させていずれかの電極に配置された被処理体に所定のプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、第1の電力供給ラインには第2の高周波電圧を減衰する第1のフィルタ回路を設けると共に第2の電力供給ラインには第1の高周波電圧を減衰する第2のフィルタ回路を設け、第1、第2のフィルタ回路の少なくとも一方のフィルタ回路の回路定数を減衰すべき高周波数と共振する値から偏倚させて設定したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】 処理容器内で互いに平行に配置された第1、第2の電極と、これらの両電極に第1、第2の電力供給ラインを介して第1、第2の高周波電力を印加する第1、第2の高周波電源とを備え、第1、第2の高周波電力を第1、第2の電極に印加してプラズマを発生させていずれかの電極に配置された被処理体に所定のプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、第1の電力供給ラインには第2の高周波電圧を減衰する第1のフィルタ回路を設けると共に第2の電力供給ラインには第1の高周波電圧を減衰する第2のフィルタ回路を設け、更に、第1、第2の電力供給ラインのいずれか一方に回路定数可変の第3のフィルタ回路を設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、プラズマ処理装置に関し、更に詳しくは、処理容器壁面のスパッタによる損傷を軽減することができるプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 プラズマ処理装置には一種類の高周波電

力を印加してプラズマを発生させるタイプと、二種類の異なる高周波電力を印加してプラズマを発生させるタイプがある。特に、後者のタイプのプラズマ処理装置の場合には、周波数の高い一方の高周波電力で高密度プラズマを発生させ、周波数の低い他方の高周波電力でバイアス電位を発生させるようにしている。最近では、プラズマ処理の内容に応じて周波数の異なる二種類の高周波電力を使用するプラズマ処理装置が使用されるようになって

【0003】 二周波を使用するプラズマ処理装置は、例えば図7に示すように、処理室1内で互いに平行に配置された上下の両電極2A、2Bと、これらの両電極2A、2Bにそれぞれ周波数を異にする第1、第2の高周波電力を印加する第1、第2の高周波電源3A、3Bとを備えている。第1、第2の高周波電源3A、3Bとそれぞれの電極2A、2Bを結ぶ第1、第2電力供給ライン4A、4Bにはマッチング回路5A、5Bがそれぞれ介装されている。更に、第1の電力供給ライン4Aには第2の高周波成分を減衰する第1のフィルタ回路6Aがリターン回路として接続されている。また、第2の電力供給ライン4Bには第1の高周波成分を減衰する第2のフィルタ回路6Bがリターン回路として接続されている。そして、第1、第2のフィルタ回路6A、6Bはそれぞれの回路定数が濾過すべき高周波数と共振する値に設定されている。

【0004】 半導体ウエハ等の被処理体にプラズマ処理を施す場合には、例えば被処理体を下部電極2Bに載置し、第1、第2の高周波電力電源3A、3Bからそれぞれの高周波電力を両電極2A、2Bに印加し、上下の両電極2A、2B間でプラズマPを発生すると共に下部電極2Bにバイアス電位を発生させ、下部電極2B上の半導体ウエハに対して所定のプラズマ処理を施す。そして、第1、第2電力供給ライン4A、4Bの異周波の高周波電圧を減衰し、第1、第2の高周波電源3A、3Bから最適な状態でそれぞれの高周波電力を上部電極2A、2Bに印加する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、プラズマ電位と処理室1の壁面の接地電位間に電位差が生じ、プラズマ中のイオン成分によるスパッタにより壁面が侵食される。しかも、二種類の高周波電力を同時に印加する場合には、単周波を印加する場合と比較して電極一つ分の実効的な接地面積が減少するため、その分だけスパッタレートが上昇し壁面の損傷が大きくなり、処理室1の寿命が短くなるという課題があった。この傾向は半導体ウエハ等の被処理体が大型化したり、スルーボットが向上して高周波電力が大きくなってスパッタレートの更なる上昇により益々深刻になりつつある。確かに従来も壁面の防護対策として処理室1を大きくして接地面積を

50 広く採ってスパッタレートを低減するか、あるいは壁面

に樹脂コーティングを施して壁面の消耗を防止するようにしているが、いずれの場合にも本質的な解決策にはならずコスト高になるという課題があった。

【0006】本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、スパッタレートを低減し処理室等の処理容器の寿命を延命することができるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者は、第1、第2のフィルタ回路6A、6Bのフィルタ定数を調整することによってプラズマ電位即ちスパッタレートが変化することを知見した。

【0008】本発明は上記知見に基づいてなされたもので、本発明の請求項1に記載のプラズマ処理装置は、処理容器内で互いに平行に配置された第1、第2の電極と、これらの両電極に第1、第2の電力供給ラインを介して第1、第2の高周波電力を印加する第1、第2の高周波電源とを備え、第1、第2の高周波電力を第1、第2の電極に印加してプラズマを発生させていずれかの電極に配置された被処理体に所定のプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、第1の電力供給ラインには第2の高周波電圧を減衰する第1のフィルタ回路を設けると共に第2の電力供給ラインには第1の高周波電圧を減衰する第2のフィルタ回路を設け、第1、第2のフィルタ回路の少なくとも一方に回路定数を変更する手段を設けたことを特徴とするものである。

【0009】また、本発明の請求項2に記載のプラズマ処理装置は、請求項1に記載の発明において、上記回路定数を変更する手段として可変コンデンサを設けたことを特徴とするものである。

【0010】また、本発明の請求項3に記載のプラズマ処理装置は、処理容器内で互いに平行に配置された第1、第2の電極と、これらの両電極に第1、第2の電力供給ラインを介して第1、第2の高周波電力を印加する第1、第2の高周波電源とを備え、第1、第2の高周波電力を第1、第2の電極に印加してプラズマを発生させていずれかの電極に配置された被処理体に所定のプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、第1の電力供給ラインには第2の高周波電圧を減衰する第1のフィルタ回路を設けると共に第2の電力供給ラインには第1の高周波電圧を減衰する第2のフィルタ回路を設け、第1、第2のフィルタ回路の少なくとも一方のフィルタ回路の回路定数を減衰すべき高周波数と共振する値から偏倚させて設定したことを特徴とするものである。

【0011】また、本発明の請求項4に記載のプラズマ処理装置は、処理容器内で互いに平行に配置された第1、第2の電極と、これらの両電極に第1、第2の電力供給ラインを介して第1、第2の高周波電力を印加する第1、第2の高周波電源とを備え、第1、第2の高周波電力を第1、第2の電極に印加してプラズマを発生させ

ていずれかの電極に配置された被処理体に所定のプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、第1の電力供給ラインには第2の高周波電圧を減衰する第1のフィルタ回路を設けると共に第2の電力供給ラインには第1の高周波電圧を減衰する第2のフィルタ回路を設け、更に、第1、第2の電力供給ラインのいずれか一方に回路定数可変の第3のフィルタ回路を設けたことを特徴とするものである。

【0012】

10 【発明の実施の形態】以下、図1～図6に示す実施形態の基について本発明を説明する。本実施形態のプラズマ処理装置10は、例えば図1に示すように、アルミニウム等の導電性材料からなる処理室11と、この処理室11内に互いに所定間隔を隔てて平行に配設された上部電極12及び下部電極13と、これらの両電極12、13に接続された第1、第2の高周波電源14、15とを備えている。下部電極13は被処理体（例えば、半導体ウエハ）を載置する載置台を兼ねている。第1の高周波電源14は例えば60MHzの高周波電力を上部電極12に印加し、上部電極12と下部電極13の間で処理室11内に供給されたプロセスガスからプラズマPを発生させる。下部電極13には例えば2MHzの高周波電力を印加し、プラズマ電位に対するバイアス電位を発生させ、プラズマ中のイオン成分を半導体ウエハW面に引き込み、例えば反応性イオンエッチングを行うようにしている。

30 【0013】第1の高周波電源14の第1の電力供給ライン16には第1のマッチング回路17が設けられ、第1の高周波電源14から上部電極12へ最大電力を供給する。第2の高周波電源15の第2の電力供給ライン18には第2のマッチング回路19が設けられ、第2の高周波電源15から下部電極13へ最大電力を供給する。また、第1、第2の電力供給ライン16、18にはそれぞれ第1、第2のフィルタ回路20、21が設けられている。第1のフィルタ回路20は例えばLC直列共振回路からなり、第2の高周波電源15からの高周波電流を選択、濾過し、第1の高周波電源14に達しないようにしている。第2のフィルタ回路21は第1のフィルタ回路20と同様に例えばLC直列共振回路からなり、第1の高周波電源からの高周波電流が第2の高周波電源15に達しないようにしている。

50 【0014】而して、本実施形態では第1のフィルタ回路20に回路定数、具体的にはコンデンサ容量を変更する手段として可変コンデンサ20Aを設けてある。この可変コンデンサ20Aを用いてプラズマPによるスパッタレートを低減させるコンデンサ容量に設定する。従って、本実施形態の第1のフィルタ回路20は回路定数を変更する可変コンデンサ20Aを有するため、このフィルタ回路20は単にリターン回路としての機能に留まらず、プラズマ電位に即して変化するスパッタレートに合

わせてコンデンサ容量を変え、スパッタレートを低減させる機能をも有している。

【0015】第1のフィルタ回路20の回路定数の設定は以下のようにして行う。第1、第2の高周波電源14、15から上下両電極12、13にそれぞれの高周波電力（第1の高周波電源=60MHz、第2の高周波電源=2MHz）を印加し、例えば第1の電力供給ライン16のA点における電圧波形を計測しながら第1のフィルタ回路20のコンデンサ容量を設定する。第1のフィルタ回路20のコイルのインダクタンスが例えば2.5μHに固定されている場合には、2MHzの高周波数と共振するコンデンサ容量は2500pF程度までである。そこで、60MHzと2MHzの二周波を印加した時に、コンデンサ容量を3種類（例えばフィルタ回路を設けない場合、2500pFに設定した場合、2000pFに設定した場合）に分け、それぞれの場合の電圧波形を第1の電力供給ライン16のA点で計測した。その結果、フィルタ回路なし、2500pF、2000pFの波形はそれぞれ図2～図4に示すようになった。これらの図からも明らかなように、コイルのインダクタンスが2.5μHの場合にはコンデンサ容量が2500pFで電圧波形が正弦波に最も近く、2000pFでは2500pFよりも多少正弦波が崩れた波形を示している。従って、第1のフィルタ回路20をリターン回路としてのみ使用する場合にはコンデンサ容量を2500pFに設定するのが最適である。

【0016】ところが、本実施形態では第1のフィルタ回路20はリターン回路としての機能の他に、スパッタレートを低減する機能を付与している。そこで、スパッタレートとコンデンサ容量の関係を知らるために、下記の条件でプラズマ処理装置を使用し、第1のフィルタ回路20においてコイルのインダクタンスが2.5μHで、コンデンサ容量が2500pFの場合と2000pFの場合のスパッタレートをそれぞれ測定した結果、図5の(a)、(b)に示す関係が得られた。図5に示す結果によれば、2.5μH、2000pFのフィルタ回路が2.5μH、2500pFのフィルタ回路と比較してAr/O₂のガス系でスパッタレートが大幅に低減していることが判った。しかし、C₄F₈/Ar/O₂のガス系では両者のスパッタレートは殆ど変わっていないことも判った。C₄F₈/Ar/O₂のガス系は基本的には化学的スパッタで、Ar/O₂のガス系は物理的スパッタである。このことは回路定数によってプラズマ電位が変化することを意味している。従って、スパッタレートを低減するためには、最適共振する2.5μH、2500pFのフィルタ回路よりも、共振現象では多少劣るものの2.5μH、2000pFのフィルタ回路の方が優れていることが判った。

【0017】1. 処理条件（C₄F₈/Ar/O₂系の場合）

ウエハ：300mm

被エッチング膜：シリコン酸化膜

処理内容：コンタクト

上部電極：電源周波数=60MHz、電源電力=3300W

下部電極：電源高周波数=2MHz、電源電力=3800W

電極間ギャップ：35mm

処理圧力：20mTorr

10 プロセスガス：C₄F₈=20sccm、Ar=400sccm、O₂=15sccm

2. 処理条件（Ar/O₂系の場合）

被エッチング膜：シリコン酸化膜

処理内容：コンタクト

上部電極：電源周波数=60MHz、電源電力=3300W

下部電極：電源高周波数=2MHz、電源電力=3800W

電極間ギャップ：35mm

20 処理圧力：20mTorr

プロセスガス：Ar=400sccm、O₂=400sccm

30 【0018】以上説明したように本実施形態によれば、第1の高周波ライン16には第2の高周波電源15からの高周波電流を減衰させる第1のフィルタ回路20を設けると共に第2の高周波ライン18には第1の高周波電源14からの高周波電流を減衰させる第2のフィルタ回路21を設け、第1のフィルタ回路20に回路定数を変更する手段として可変コンデンサ20Aを設けたため、第1の高周波電源14の高周波数と最適共振する第1のフィルタ回路20の回路定数が処理室11の壁面に対するスパッタレートを低減させる回路定数が一致しない時には、第1のフィルタ回路20の可変コンデンサ20Aを用いてコンデンサ容量を最適共振するコンデンサ容量から偏倚させることにより処理室11の壁面に対するスパッタレートを低減することができ、ひいては処理室11の寿命を延ばすことができる。

【0019】図6は本発明の他の実施形態を示す構成図である。本実施形態のプラズマ処理装置30は、図6に示すように、処理容器31内で互いに平行に配置された上下の電極32、33と、これらの両電極32、33に第1、第2の電力供給ライン36、38を介して第1、第2の高周波電力を印加する第1、第2の高周波電源34、35とを備えている。第1の電力供給ライン36には第2の高周波電圧35を減衰する第1のフィルタ回路40が設けられていると共に第2の電力供給ライン38には第1の高周波電圧を減衰する第2のフィルタ回路41を設けられている。そして、第1の電力供給ライン36の第1の回路フィルタ40と処理室31の間には回路定数可変の第3のフィルタ回路42が設けられている。

50 第1、第2のフィルタ回路40、41はそれぞれ例えば

LC直列共振回路からなり、それぞれの回路定数は固定されている。第3のフィルタ回路42は可変コンデンサ42Aを有し、この可変コンデンサ42Aを用いて例えば最適共振する $2.5\mu\text{H}$ 、 2500pF の回路定数から多少偏倚し且つ共振現象では多少劣る $2.5\mu\text{H}$ 、 2000pF の回路定数に設定し、スパッタレートを低減するようにしてある。つまり、第1の電力供給ライン36では第1のフィルタ回路32が第2の高周波電源35からの高周波の減衰専用回路として使用され、第3のフィルタ回路42がスパッタレート低減用の専用回路として使用されている。従って、本実施形態においても上記実施形態と同様の作用効果を期することができる。尚、図6において、37、39は第1、第2のマッチング回路である。

【0020】尚、上記実施形態では、プラズマを高密度化するための電力供給ライン16に設けた第1のフィルタ回路20または第3のフィルタ回路42に可変コンデンサ20Aまたは42Aを設けてそれぞれの回路定数を可変にしたプラズマ処理装置10、30について説明したが、バイアス電位を作るための電力供給ライン18、38に設けた第2のフィルタ回路21、41についても同様の対策を採ることができる。

【0021】

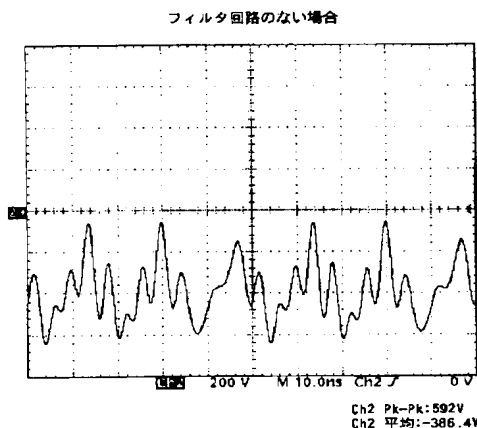
【発明の効果】本発明の請求項1～請求項4に記載の発明によれば、スパッタレートを低減し処理室等の処理容器の寿命を延命することができるプラズマ処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の一実施形態を示す構成図である。

【図2】図1に示す第1のフィルタ回路を省略した場合＊

【図2】



＊の電力供給ラインAでの第2の高周波電源からの高周波電圧の波形図である。

【図3】図1に示す第1のフィルタ回路のコンデンサ容量を 2500pF に設定した場合の電力供給ラインAでの第2の高周波電源からの高周波電圧の波形図である。

【図4】図1に示す第1のフィルタ回路のコンデンサ容量を 2000pF に設定した場合の電力供給ラインAでの第2の高周波電源からの高周波電圧の波形図である。

【図5】処理室壁面のスパッタレートとフィルタ回路のコンデンサ容量との関係を示すグラフで、(a)はコンデンサ容量が 2500pF の場合を示し、(b)はコンデンサ容量が 2000pF の場合を示す。

【図6】本発明のプラズマ処理装置の他の実施形態を示す構成図である。

【図7】従来のプラズマ処理装置の一例を示す構成図である。

【符号の説明】

10、30 プラズマ処理装置

11、31 処理室

12、32 上部電極

13、33 下部電極

14、34 第1の高周波電源

15、35 第2の高周波電源

16、36 第1の電力供給ライン

18、38 第2の電力供給ライン

19、39 第1のフィルタ回路

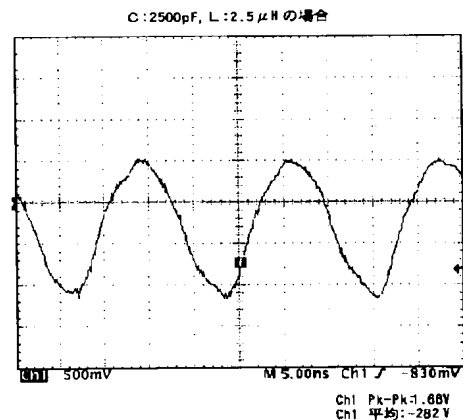
20、40 第2のフィルタ回路

42 第3のフィルタ回路

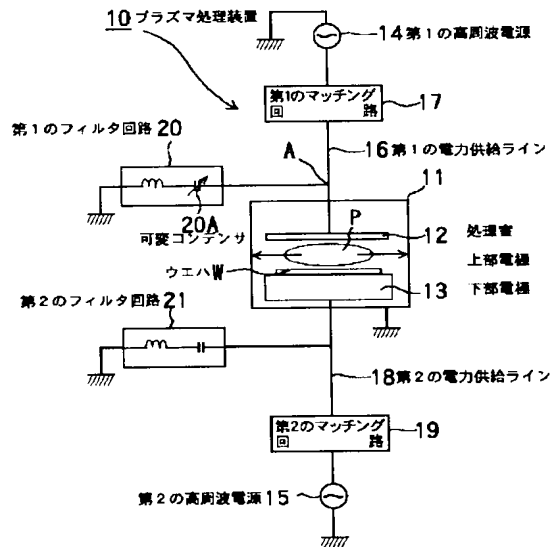
20A、42A 可変コンデンサ（回路定数を変更する手段）

W ウエハ（被処理体）

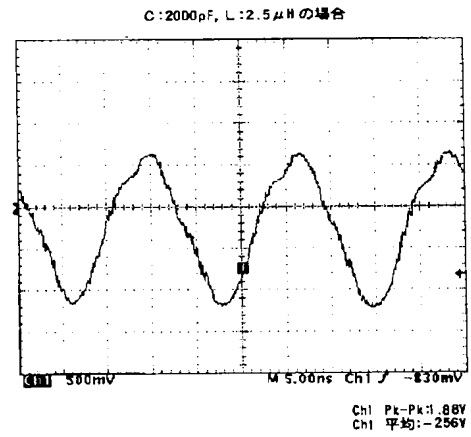
【図3】



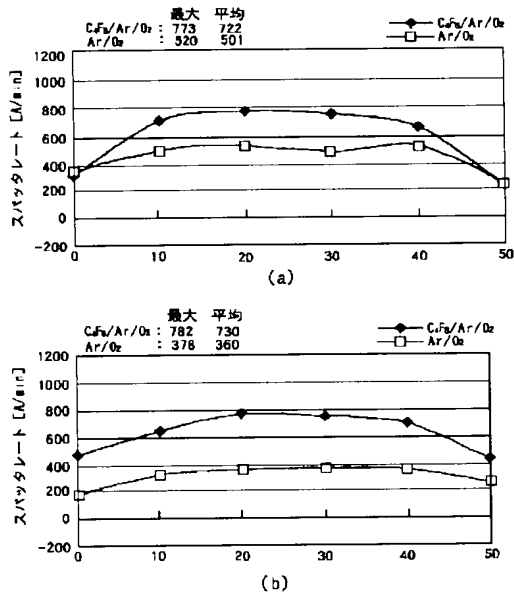
【図1】



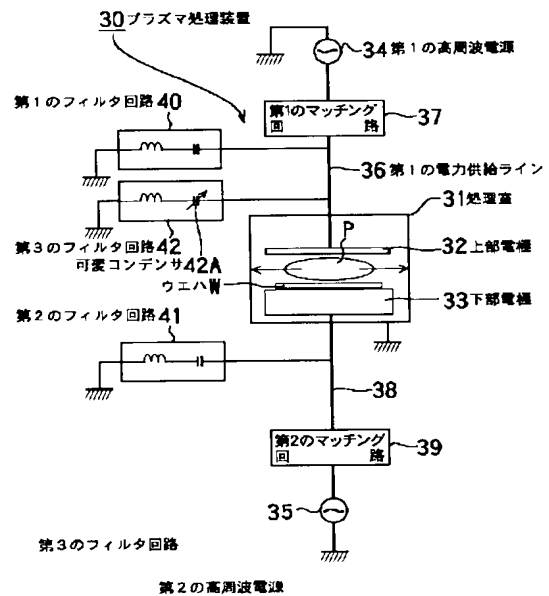
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

